

## Axialzyklon zur Entsandung von Triebwasser

Im Betrieb von Wasserkraftwerken, weist das Triebwasser der Turbinen, je nach Region, unterschiedliche Konzentrationen an Feststoffen bzw. Partikeln auf. Diese werden in Gramm/Liter (g/l) Wasser gemessen. Die entstehenden Schäden an den hydraulischen Komponenten durch Hydroabrasivverschleiß sind Furchung, Zerrüttung sowie Korrosion und führen zu einem Absinken des Wirkungsgrads und der Leistung. Der Axialzyklon stellt ein neues Konzept zur Triebwasserentsandung dar und soll durch die Verzögerung der Erosionsschäden die Lebensdauer der Turbine erhöhen.

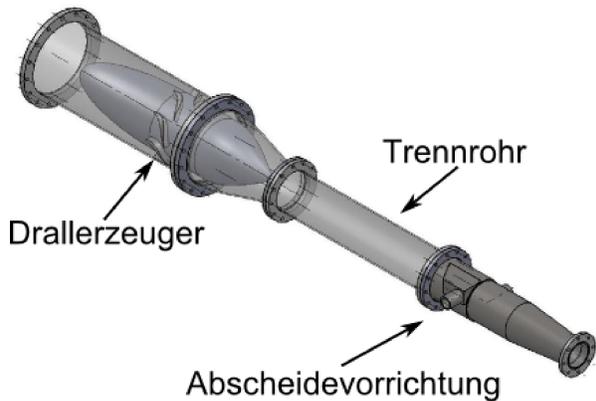


Abb.1.1: Wesentliche Komponenten des Axialzyklons

### Wirkungsprinzip Axialzyklon:

- Mittels Umlenkschaufel wird Zentrifugalkraft genutzt um Partikel an Rohraußenfläche zu drücken
- Abscheidevorrichtung entfernt gewissen Prozentsatz an Partikeln

## Prinzipieller Aufbau

Die vor dem Axialzyklon gelegene Entsanderkammer scheidet Partikel mit einem Durchmesser  $d_P > 1mm$  aus. Der Axialzyklon hat die Aufgabe feinste Partikel aus dem Triebwasser zu entfernen. Dies ist speziell in Regionen mit hoher Konzentration an Feststoffen im Triebwasser relevant, da die Schäden an den hydraulischen Komponenten enorm sein können. Eine jährlich notwendige Reparatur des Turbinenlaufrades ist im hochalpinen Raum durchaus zu befürchten.

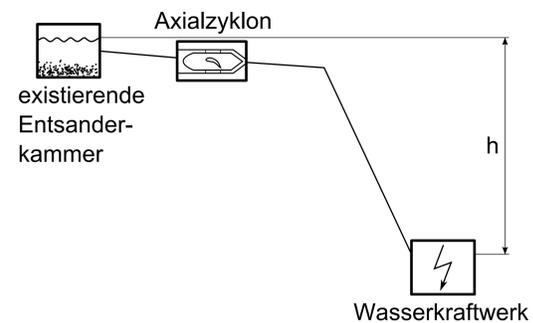


Abb.2.1: Prinzipskizze Entsandungsvorrichtung



Abb.2.2: Durch Sediment Erosion beschädigter Peltonbecher

## Numerische Simulation

### CFD:

- Blockstrukturiertes Hexaedernetz mit 3.3 Mio Zellen
- Turbulenzmodelle  $k-\omega-SST$ , RSM
- Durchfluss 60, 80, 100, 120 u. 160 l/s
- Partikelanteil  $< 4\%$ , Ein-Weg-Koppelung
- 10 verschiedene Partikeldurchmesser 0.001...1mm
- Turbulenzgrad 5%
- Relaxationsfaktor 0.65, Local Timescale factor 4
- Rechenzeit (inkl. Partikeltransport) bei 4 CPU: 8h

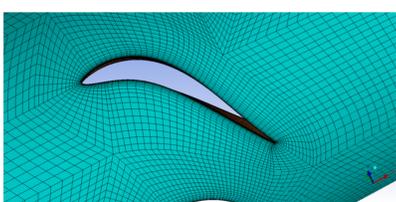


Abb.3.1: Blockstrukturiertes Netz - Umlenkschaufel

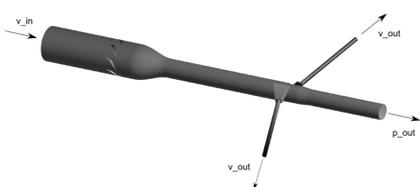


Abb.3.2: Randbedingungen numerische Simulation

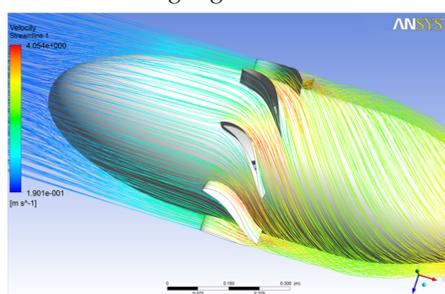


Abb.3.3: Streamlines um die Umlenkschaufel

## CFD Auswertung u. Vergleich Messung

Da das  $k-\omega-SST$ -Modell Schwächen bei der Auflösung der Anisotropie stark verdrallter Strömungen aufweisen kann, wurden ebenfalls Simulationen mit dem RSM-Modell durchgeführt. Diese stimmen deutlich besser mit den Messergebnissen überein (siehe Abb.4.1).

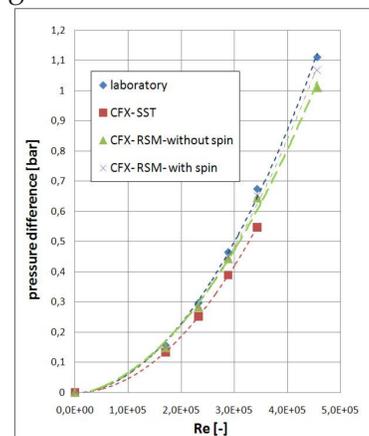


Abb.4.1: Druckdifferenz Zykloneintritt/nach Abscheider über Reynoldszahl

Abb.4.2 zeigt eine Gegenüberstellung von CFD-Simulation und LDA-Messung für die verschiedenen Messebenen. Die Umfangsgeschwindigkeit  $c_\Phi$  und die Transportgeschwindigkeit  $c_m$  sind jeweils auf die maximale Umfangsgeschwindigkeit  $c_{\Phi,max}$  bezogen. Die dritte Reihe bildet einen Vergleich der Strömungswinkel  $\Phi$ . In allen drei Fällen wurde auf den Rohraußenradius  $R$  normiert.

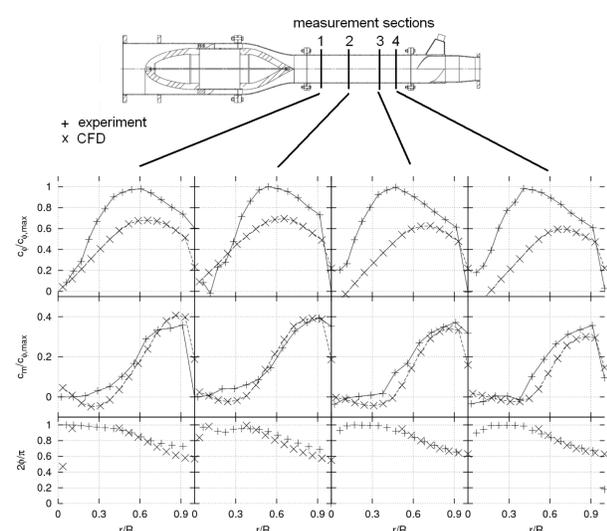


Abb.4.2: Vergleich  $c_\Phi, c_m, \Phi$  Simulation/Messung

## Ein Gemeinschaftsprojekt von